

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-040639

(43)Date of publication of application : 13.02.2003

---

(51)Int.Cl. G03B 37/027  
G02B 6/00

---

(21)Application number : 2001-225240

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 26.07.2001

(72)Inventor : TAKAHASHI FUMIO

---

(54) PRODUCTION METHOD FOR SINGLE MODE OPTICAL FIBER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a production method for a single mode optical fiber which prevents an occurrence of a residual kink or a fine defect, while reducing torsion numbers to obtain a predetermined PMD value in a high speed delineating.

SOLUTION: The single mode optical fiber has a core and a clad and a core-clad specific refractive index difference is 0.3-0.5%, when the single mode optical fiber whose mode field diameter is 8-10  $\mu\text{m}$  in a wave length of 1,310 nm is wire-drawn at a speed of 500 m per minute or more, a twist which repeats a clockwise rotation and an anti-clockwise rotation is given. A clad noncircular ratio of an optical fiber is set to x (unit: %) and the number of twist rotations per 1 m is set to y. A maximum of the number of twist rotations is set so that  $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$  is satisfied, and a PMD in the wave length is made to 0.5 Ps.km-1/2 or less.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-40639

(P2003-40639A)

(43) 公開日 平成15年2月13日 (2003.2.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 0 3 B 37/027		C 0 3 B 37/027	A 4 G 0 2 1
G 0 2 B 6/00	3 5 6	G 0 2 B 6/00	3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2001-225240 (P2001-225240)

(22) 出願日 平成13年7月26日 (2001.7.26)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 高橋 文雄

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

Fターム (参考) 4G021 HA05

(54) 【発明の名称】 シングルモード光ファイバの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高速線引き中に所定のPMDの値を得るためのねじり回数をできる限り低減し、微小欠陥や残留ねじれの発生を防ぐシングルモード光ファイバの製造方法を提供する。

【解決手段】 コアとクラッドとを有し、該コアの該クラッドに対する最大比屈折率差が0.3~0.5%で、波長1310nmにおけるモードフィールド径が8~10μmのシングルモード光ファイバを毎分500m以上の速度で線引きする際に、時計回りと反時計回りとを繰り返すねじりを付与し、光ファイバのクラッド非円率をx (単位: %)、1mあたりのねじり回数をyとしたときに、 $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ を満足するように最大ねじり回数を定めて、該波長におけるPMDを0.5ps・km<sup>-1/2</sup>以下とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアとクラッドとを有してPMDが0.5 ps・km<sup>-1/2</sup>以下であるシングルモード光ファイバを、線引きする際に時計回りと反時計回りのねじりを繰り返し付与して製造するシングルモード光ファイバの製造方法において、シングルモード光ファイバのクラッド非円率をx（単位：%）、1m当たりのねじり回数をy（単位：回/m）としたときに、 $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ を満足するように、ねじり回数を定めたことを特徴とするシングルモード光ファイバの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長分割多重（WDM）光伝送に好適に用いられるシングルモード光ファイバの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ファイバの伝送容量を増大させるための技術として、WDM光伝送が知られており、WDM光伝送を行うための光ファイバについても検討が進んでいる。

【0003】WDM光伝送を行うための光ファイバに必要とされる条件に、偏波モード分散（PMD）の値が小さいことが挙げられている。一般に、PMDの値は0.5 ps・km<sup>-1/2</sup>以下であることが望ましいとされている。

【0004】光ファイバのPMDを低下させるための技術については、例えば米国特許5298047号公報に記載されており、光ファイバの線引中にその光ファイバに対して時計方向のねじりと反時計方向のねじりとを交互に与え、その単位長さ当たりのねじりを4回/mより大きくすることが望ましいとされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光ファイバの単位長さ当たりのねじり回数を多くすればするほど、光ファイバ内に微小欠陥を誘発したり、時計方向と反時計方向のねじりのバランスが崩れやすくなり、その結果として光ファイバに残留ねじれが発生しやすくなるという問題があった。このような微小欠陥や残留ねじれが発生した光ファイバは不良品となるので、微小欠陥や残留ねじれは極力発生しないようにしなければならない。

【0006】また、光ファイバの単位長さ当たりのねじり回数を多くすると、高速線引き中に外径変動が大きくなりやすくなり、例えば、ねじり回数が5回/m以上では、毎分500m以上の高速線引きで外径変動が大きくなる。

【0007】また、コアが真円でない光ファイバなどのPMDを抑制する技術が、特開平7-69665号公報に開示されている。しかし、この技術は光ファイバを一方方向かつ一様にねじるものであって、このようなねじり

方ではPMDが十分に低下しないことは米国特許5298047号公報に記載されているとおり周知である。

【0008】そこで、本発明は、光ファイバのクラッドの非円率とPMDとの間に密接な関係があることを見だし、その新しい知見に基づいて、PMDの値を所定の値以下にするための高速線引き中における単位長さ当たりのねじり回数をできる限り低減することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、鋭意実験的に検討した結果、到達したものである。即ち、本発明は、コアとクラッドとを有してPMDが0.5 ps・km<sup>-1/2</sup>以下であるシングルモード光ファイバを、線引きする際に時計回りと反時計回りのねじりを繰り返し付与して製造するシングルモード光ファイバの製造方法において、シングルモード光ファイバのクラッド非円率をx（単位：%）、1m当たりのねじり回数をy（単位：回/m）としたときに、 $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ を満足するように、ねじり回数を定めたことを特徴とするものである。ここで、クラッド非円率xとは、光ファイバの長手方向におけるクラッドの非円率（ $2 \times (\text{長径} - \text{短径}) \times 100 / (\text{長径} + \text{短径})$ ）の最大値である。

【0010】一般に光ファイバのコア非円率とPMDとは密接な関係にあることが知られているが、鋭意検討した結果、光ファイバのクラッド非円率とPMDとの間にも密接な関係があることがわかった。そこで、上述のようにねじり回数を設定すると、コアのクラッドに対する最大比屈折率差が0.3～0.5%で、波長1310nmにおけるモードフィールド径が8～10μmであるシングルモード光ファイバを毎分500m以上の高速度で線引きしても、PMDを0.5 ps・km<sup>-1/2</sup>以下にし、かつ外径変動を十分に小さくすることができる。なお、光ファイバのコア非円率を測定・管理することは困難であるが、本発明における光ファイバのクラッド非円率は容易に測定・管理することができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。図1は、本発明の方法により製造されるシングルモード光ファイバの屈折率分布構造の一例を示す説明図である。図1において、11はコア、12はクラッドである。そして、コア11のクラッド12に対する長手方向の最大比屈折率差が0.3～0.5%となっており、波長1310nmにおけるモードフィールド径が8～10μmの範囲となっている。また、コア11の外径は約10μm、クラッド12の外径は約125μmとなっている。

【0012】なお、本発明の方法により製造されるシングルモード光ファイバの屈折率分布構造は、図1に示すもののほか、例えば図1におけるコア11とクラッド1

2との間に、屈折率がクラッド12よりやや高いかあるいはやや低い環状領域を有するものであってもよい。この場合にも、コア11のクラッド12に対する最大比屈折率差が0.3〜0.5%であり、波長1310nmにおけるモードフィールド径が8〜10μmの範囲となっている。

【0013】図2は、本実施形態において用いた、線引き中の光ファイバにねじりを付与する装置の部分上面説明図であり、米国特許5298047号に示されているものである。図中、13は光ファイバ心線、1911、192、193はそれぞれガイドローラであり、20は引っ張りキャプスタンである。また、図2において、光ファイバ心線13は図1の屈折率分布構造を有する光ファイバに保護被覆を施したものであり、ガイドローラ1911は角度θの揺動運動を行う。

【0014】本実施形態が従来例と異なる特徴的なことは、光ファイバのクラッド非円率をx、1m当たりのねじり回数をyとしたときに、 $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ の関係が成立するように、光ファイバのねじり条件を設定することである。このように光ファイバのねじり条件を設定することにより、高速度で線引きし、ねじり回数が4回/m以下でも、PMDを $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下にし、かつ外径変動を十分に小さくすることができる。

【0015】なお、クラッド非円率が0.2%以下の場合は、必要とされるねじり回数が0.001回/m以下でもよくなり、実質的にねじりを加えなくてもPMDは $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下になることが多い。また、クラッド非円率が約0.56%より大きくなると、 $\exp(24x-12) > 4$ となるため、クラッド非円率は0.5%以下となるように管理する必要がある。

【0016】以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。本実施例では、毎分1000mで線引き中の光ファイバのPMDを $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下にするねじり条件を調査した。その結果を表1に示す。なお、表1において、PMDについては、 $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下となっているものを○とし、外径変動については光ファイバの外径が $125 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ の範囲にあるものを○とした。また、クラッド非円率xの単位は%、ねじり回数yの単位は回/mである。

【0017】

\*【表1】

	クラッド非円率x	ねじり回数y	PMD	外径変動
実施例1	0.30	0.01	○	○
実施例2	0.40	0.15	○	○
実施例3	0.50	1.50	○	○
実施例4	0.55	3.50	○	○
比較例1	0.35	0.02	×	○
比較例2	0.45	0.25	×	○
比較例3	0.60	4.00	×	○
比較例4	0.60	12.00	○	×

【0018】表1のとおり、実施例1〜4の光ファイバはいずれも $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ の関係を満たしているため、PMDが $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下となり、かつ外径変動がほとんど発生していない。

【0019】一方、比較例の光ファイバについては、比較例1ないし比較例3はいずれも $\exp(24x-12) \leq y$ の関係を満たしていないため、PMDが $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ より大きくなり、比較例4は、 $\exp(24x-12) \leq y$ の条件を満たしているが、 $y \leq 4$ の関係を満たしていないため、外径変動が発生し、いずれも実用に適さない。

【0020】なお、光ファイバの線引き速度を毎分2000mまでの範囲で変化させたところ、 $\exp(24x-12) \leq y \leq 4$ の関係を満たしている場合には、PMDが $0.5 \text{ ps} \cdot \text{km}^{-1/2}$ 以下となり、かつ光ファイバの外径変動が許容範囲内となることが確認された。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、PMDが十分低下し、かつ外径がほぼ一定のシングルモード光ファイバを高速線引きにより製造することができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るシングルモード光ファイバの製造方法の実施形態で製造されたシングルモード光ファイバの屈折率分布構造の一例を示す説明図である。

【図2】本実施形態において用いた、線引き中の光ファイバにねじりを付与する装置の部分上面説明図である。

【符号の説明】

- 11 コア
- 12 クラッド
- 13 光ファイバ心線
- 1911、192、193 ガイドローラ
- 20 引っ張りキャプスタン

\*

【図1】



(4)

特開2003-40639

【図2】

